

NEWEST

CYCLOPEDIA OF FRUIT JUICE AND FRUIT DRINK

Editorial Supervision

(Corporate Juridical Person)

JAPAN FRUIT JUICE ASSOCIATION

Asakura Shoten Publishing Co., Ltd.

Table II.A.1.2 CONSTITUENTS OF CITRUS FRUIT

Item	Navel Orange Rind Flesh Juice	Valencia Orange Rind Flesh Juice	Lemon Rind Flesh Juice
<u>Main Constituents</u> (g/100g)			
Protein (Kjeldahl method, Nx6.25)			
Amino-form nitrogen (Van Slyke method)			
Lipid (Ethel extraction)			
Soluble solids			
Saccharide			
Total			
Sucrose			
Reducing saccharide			
Acid (in terms of anhydrous citric acid)			
Water			
Ash			
<u>Other Constituents</u> (mg/100g)			
Ca			
Ng			
Fe			
P			
K			
Na			
S			
Ascorbic acid			
Reducing form			
Total ascorbic acid			
Biotin			
Carotenoid			



### 3. Acidifying Agents

Table III.B.3.1  
ANALYSIS EXAMPLES OF NATURAL FRUIT JUICES

Kind	Citric acid (%)	Malic acid (%)	Tartaric acid (%)
Satsuma mandarin (Citrus unshiu)			
"Natsumikan" (Citrus natsudaidai)			
Orange (Valencia)			
Grapefruit			
Lemon			
Lime			
Apple ("Kokkou")			

First Print and Publishing: Oct 1, 1997

Publisher: Kunizo ASAKURA

2000年 2月 4日 (金) 16:02 / 15:59 / 文庫 53502892522 P 11

# 最新 果汁・果実飲料事典

(社)日本果汁協会  
監修

朝倉書店

表 II.A.1.2 カンキツ果実の成分

項 目	ネーブルオレンジ			パレンシアオレンジ			レ モ ン		
	果皮	果肉	果汁	果皮	果肉	果汁	果皮	果肉 <sup>1)</sup>	果汁
主要成分									
たんぱく (ケールダール N×6.25)	1.56	1.22	1.00	1.53	1.13	1.00	1.47	1.13	0.47
アミノ酸窒素 (バンスライク)	0.17	0.06	0.05	0.28	0.06	0.06	0.20	0.05	0.04
脂肪 (エーテル抽出)	0.20	0.10	0.11	0.23	0.30	0.29	0.30	0.32	0.19
可溶性固形物	19.93	13.29	12.96	15.69	13.06	12.59	9.69	8.82	8.30
糖:									
全糖	10.18	9.37	10.38	7.55	9.10	9.72	3.51	1.51	1.17
上糖	0.86	4.33	5.21	1.99	4.41	4.73	0.09	0.18	0.09
還元糖	9.32	5.04	5.17	5.56	4.69	4.99	3.42	1.33	1.09
酸 (無水くえん酸換算)	0.25	0.76	0.96	0.29	0.75	1.02	0.40	4.93	5.98
水分	75.09	85.10	86.89	72.52	85.23	87.11	81.62	90.08	92.36
灰分	0.65	0.43	0.40	0.78	0.48	0.34	0.61	0.29	0.25
その他の成分									
Ca	163.0	42.5	10.5	161.0	36.7	9.5	133.5	22.3	6.1
Mg	19.5	10.1	9.3	22.2	11.5	11.3	15.0	5.8	6.1
Fe	0.59	0.40	0.19	0.80	0.77	0.33	0.82	0.65	0.21
P	15.9	21.2	17.8	20.8	21.8	19.5	12.5	15.8	10.3
K	163	175	176	212	173	163	160	108	102
Na	1.9	0.7	0.6	3.0	1.3	0.7	6.5	2.5	1.0
S	15.6	9.2	6.6	21.0	11.5	8.5	11.9	5.3	2.7
アスコルビン酸	222.0	57.1	59.3	136.5	39.5	43.5	129.0	52.7	43.8
還元型	—	59.0	—	—	42.3	—	—	54.7	—
総アスコルビン酸	0.00277	0.00071	0.00055	0.00510	0.00118	0.00079	0.00248	0.00058	0.00025
ピオチン									
カロチノイド									
β-カロチン	0.17	0.05	0.03	0.25	0.15	0.17	0.03	<0.01	<0.01
総カロチノイド	12.2	2.14	1.41	9.9	3.4	2.8	0.30	0.06	0.04
コリン	22.9	13.2	5.6	23.0	11.6	8.0	11.0	10.0	5.5
葉酸	0.00870	0.00339	0.00187	0.01180	0.00416	0.00230	0.00494	0.00182	0.00089
イノシトール	185	187	156	257	204	159	216	109	66
ナイアシン	0.665	0.477	0.429	0.888	0.491	0.376	0.356	0.129	0.071
パントテン酸	0.303	0.221	0.187	0.490	0.276	0.207	0.319	0.194	0.104
ビリドキシン	0.102	0.049	0.048	0.176	0.065	0.057	0.172	0.080	0.051
リボフラビン	0.095	0.045	0.034	0.091	0.033	0.027	0.079	0.021	0.012
チアミン	0.09	0.10	0.10	0.12	0.13	0.10	0.058	0.042	0.031

数値は、1957年・1958年の平均。<sup>1)</sup> 1958年単年 (Birdsallら, 1961)

は油胞や色素を含む外層をフラベド (flavedo), 白い海綿状の内層をアルベド (albedo) と呼ぶ。果肉部は約 10 個程度のじょうのうからなり、砂じょう (砂のうともいう) と種子を包む。砂じょうの内部はさらに小室に仕切られ、この中に果汁がある。ミカン、オレンジ、グレープフルーツ類は果皮やじょうのう膜、種子の割合が小さく、果汁歩合が高い。砂じょうの形と大きさも品種で異なり、夏ミカン、ハッサクの砂じょうは大型で丸味を帯び、強度もあって、果肉が柔らかく多汁であるオレンジやグレープフルーツ類には見られない特質である。種子は果汁歩合の低下となり、また、苦味物質のリモノイドを多量に含むことから好ましくない。温州ミカンは無核種であるが、隣に夏ミカンのような稔性のある花粉をもつカンキツがあると種子が入るため、雑柑類が多い産地のミカンは種子が比較的多い。

果実の大きさとの関係では、果径が大きい果実は果皮歩合、果皮とじょうのう膜の厚さ、じょうのう数、砂じょう 1 個の重さが大きく、果実比重、果汁歩合は低く、搾汁率は低い。また、得られる果汁は全窒素、アミノ態窒素、遊離アミノ酸、カリ濃度は高いが、糖度、酸、ビタミン C は低く、果汁原料としては劣る。

#### b. 果実成分 (表 II.A.1.2~II.A.1.6)

i) 糖と酸 果汁では、可溶性固形物 (soluble solid, SS) 含量 (主に糖用屈折計の示度による) を糖度 (Bx) という場合が多いが、ミカンやオレンジ類の果汁では糖度の約 80% が非還元糖のしょ糖と還元糖の果糖、ブドウ糖である。その比率はおおよそ 2:1:1 であるが、果汁を貯蔵していると酸のため次第に還元糖化が進み、しょ糖の比率が低下する。また、酸が高いレモンやライムの果汁はしょ糖の比率が低い。

項 目	オレンジ バレンシア	レモン 商業品種	グレープフルーツ マーシュ	タンゼリン ダンシー
全 糖	9.7	1.2	8.0	10.9
還 元 糖	5.0	1.0	5.0	3.1
し ょ 糖	4.7	0.1	3.0	7.9
酸(無水くえん酸 として)	1.0	6.0	1.3	1.3
全炭水化物	10.5	8.0	10.2	9.7

(Southmayd, 1970)

一方、果汁の酸はくえん酸が全酸の約 80% を占め、次いでリンゴ酸が 5~10% である。残りはマロン酸、こはく酸などであり、これらの酸は少ない。カンキツ果汁として適正な糖度と酸は品種で異なり、温州ミカン果汁では糖酸比 (Bx/酸) は 12.5 以上あることが望ましい。

果実の糖度は実った位置で異なり、樹の南面の果実は高く北面は低く、外周部の果実は高く樹内部は低い。果実内では果頂部が最も高く、また、果皮側が高く果芯部が低く、最も高い部位と低い部位とで約 3°Bx 程度の差がある。酸も同様に差が大きく、果芯部が高く果皮側が低く、酸として約 0.4% 程度の差がある。



必要がある。果実のポリフェノールオキシダーゼ活性は、大部分果実組織の不溶性固形物に存在すると考えられており、果肉片を完全に除去した果汁の酸素吸収は極端に低下することが知られている。したがって不必要なパルプ質を速やかに除くことは、果汁の褐変防止に役立つことになる。リンゴのパルプは比重が軽いので、遠心分離だけでは調整が困難で、搾汁機によってはパルプ量が著しく多い場合があるのであらかじめ振動篩を用いるのが効果的である。次いで分離板型遠心分離機にかけることにより、パルプ量 0.7~1.0% のリンゴ果汁が得られる。

パイナップル果汁の混濁は、果肉繊維の細片が主である。ミカンやリンゴのパルプより硬くて比重も高いため沈殿しやすい。そのため篩別は行わず、主として遠心分離でパルプ調整が行われる。パイナップル果汁には熱で凝固する物質があるので遠心分離前に 60~65°C で予熱してパルプとともに除去する。市販天然果汁製品のパルプ量は 1.0~2.5% 程度である<sup>5)</sup>。

### b. ペクチン

温州ミカンのペクチンはフラベド、アルベド、じょうのう膜などパルプ質に多く含まれ、果皮では全ペクチンが 5% 程度で、うち水溶性ペクチンは 1% 前後を示す。一方、果汁ではきわめて少なく 0.1% 以下である。水溶性、塩類結合不溶性、酸分解により可溶化する画分に分けた成熟に伴う変化は図 II.C.1.7 のように分解減少していく。これは主に果実中に含まれるペクチン分解酵素の作用による。特にペクチンのメ

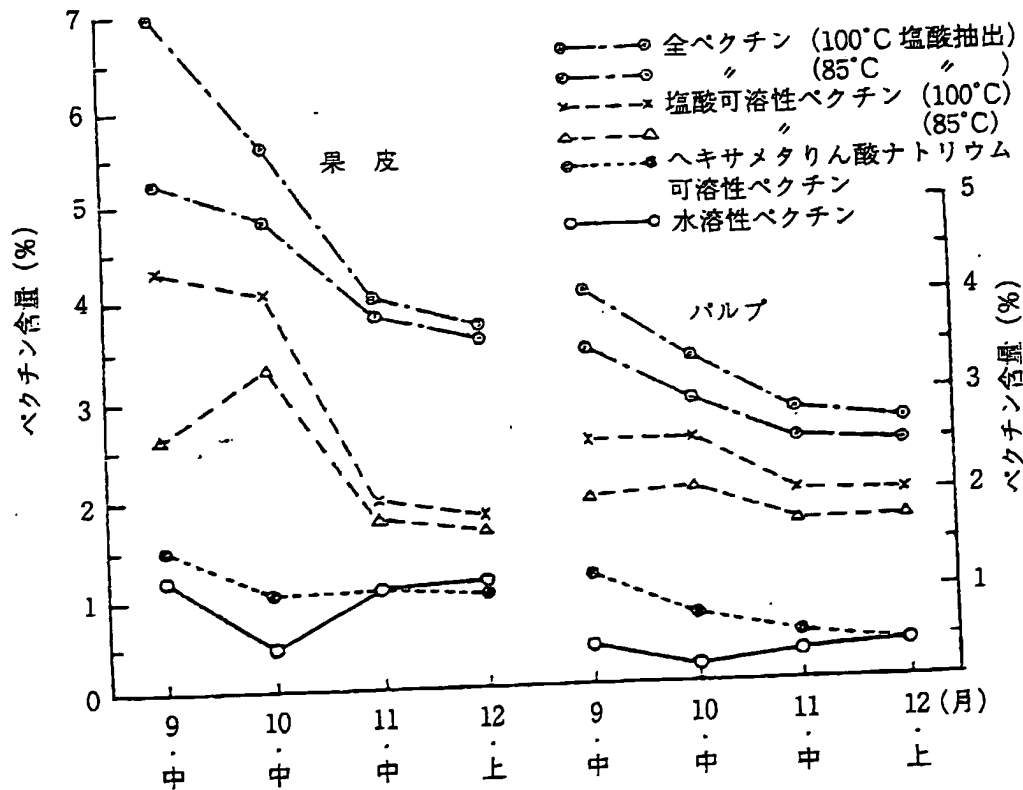


図 II.C.1.7 温州ミカンの成熟に伴う果皮、パルプの変化 (三浦ら, 1963)

パルプ: 主としてじょうのう膜, さのう膜に一部アルベドを含む。

トキシル基を離脱させるペクチンメチルエステラーゼ (PE) はミカン果実の部位によって活性に差があり、果皮、じょうのう膜、さのう膜では活性が高い。その中でも特にさのう膜はほかの部位に比べて極端に高く、しかも同じカンキツの中では温州ミカンが特異的に高いのが特徴とされている。この PE は果実の成熟が進み、糖酸比が高くなるに従ってその活性が増加するが、レモン、グレープフルーツでは逆に成熟に伴って減少する傾向がみられる。

清澄化を起こした果汁と懸濁性が保持されている果汁のペクチンについて調べたところ、前者では水溶性ペクチンが減少することを観察しており、通常 15~20 mg/100 g の水溶性ペクチンが 8~18 mg/100 g に減少するという<sup>6)</sup>。

PE の不活性化の条件は果汁の pH、処理温度とその後の保持時間、濃縮度のほか、原料果実の品種や種類、成熟度、果汁のパルプ含量などかなり多くの因子によって左右される。

混濁の安定化のための熱処理もその温度条件により特異的な挙動を示すことがある。たとえばカンキツ濃縮果汁において、その濃縮度で温度条件が異なり、天然果汁よりも濃縮度の高いものほど熱処理による安定化は高く、天然果汁と 1/2、1/4 濃縮果汁は 87.8~93.3°C の熱処理で安定性が保たれるのに対して、1/6 濃縮のものは 71.1°C で十分で、濃縮度が進むと低い熱処理温度で安定化する。また、オレンジ濃縮果汁において、77~82.2°C まで温度をあげると混濁の安定性は顕著に増加するが、この範囲の熱処理では混濁の安定性と酵素失活の度合とは平行的でない。このことから、ゲル化と分離、清澄化に関する要因には PE 以外の未知の因子のあることが指摘されている。さらに、混濁の安定化はパルプ量との関係で熱処理条件と貯蔵条件が影響を受ける。すなわち、カンキツ濃縮果汁中の PE 活性は熱処理の温度が増加するに従って減少するが、酵素活性量はパルプ量の多い果汁ほど多い。濃縮果汁を 26.5°C に 24 時間貯蔵した試験では、10% のパルプ量でゲル化するものでも、5% パルプ量になるとゲル化しないが、63.0°C 以下の熱処理では著しい清澄化が起こる。なお、熱処理温度とゲル化、清澄化との関係では、5% パルプを含んだものを 4.5°C に貯蔵した場合、1 週間後でも 63.0°C 以下の熱処理では、かすかなゲル化とはっきりした清澄化を起こす。また 85°C で処理すると 3 か月後に顕著な清澄化が起こる。しかし 90.5°C の処理では、かすかなゲル化は起こるが清澄化は起こらない。一般に清澄化は貯蔵条件に関係なく、90.5°C 以上加熱すれば防ぎうるという。

濃縮果汁において混濁の安定化が失われるとき、ゲル化と清澄化が起こる。これは PE の作用で、ペクチンが低メトキシルペクチンとなり、多価イオンと結合してゲル状のペクチン酸塩をつくるためである。この現象は濃縮果汁に用いる原料果実の種類、パルプおよびペクチンの含量とその形質によって異なる。これを防止するには、加熱処理によって PE を不活性化するか、-18°C 以下の温度に貯蔵するのが有効である。しかし熱処理は風味に変化を与えるので、その処理は最小限度にとどめることが必要である。また、凍結の場合は、冷凍濃縮果汁でも熱処理をしない生の果汁をカットバックする場合がある。この場合、製品を -18°C 以下に保管中は酵素の作用は抑制され

るため問題ないが、解凍により酵素の活動が急速に進み、分離またはゲル化が起こることがあり、解凍後の取扱いには注意する必要がある。

ゲル化と清澄化は原料果実の種類によっても条件が異なり、一般的にはオレンジよりもグレープフルーツのほうが生じやすい。パルプ含量との関係では、パイナップルオレンジ、ダンカングレープフルーツ果汁の場合、パルプ含量が多くなるほど濃縮後清澄化とゲル化が進行するが、バレンシアオレンジ果汁では濃縮後もあまり変わらない<sup>7)</sup>。

Baker ら<sup>8)</sup> はオレンジ果汁の混濁を安定させるためにペクチン分解酵素剤を用いることを報告している。すなわち、熱で PE を不活性化する代わりにポリガラクトナーゼ (PG) 活性が高く、かつポリメチルガラクトナーゼ (PMG) 活性の低い市販ペクチン分解酵素剤を添加することによりオリゴガラクトン酸ができ、これが可溶性のペクチン酸塩となるため、低い殺菌温度で風味を損なわず混濁の安定化がはかれるとしている。

リンゴ果汁では、含まれるペクチンのエステル化度がカンキツのペクチンに比べて高く、PG の作用に先行して PE による脱エステル化が必要で、PE-PG 系によってリンゴ果汁の清澄化が起こる。カンキツ果汁では PE、PG だけのペクチナーゼ系のほかに、ある種のヘミセルラーゼの関与も必要であるといわれる。また、PG による清澄化の場合、混濁粒子からのペクチンの溶離速度は小さい粒子のほうが速いが、清澄化の速度は大きい粒子を含む懸濁液のほうが速い。これは酵素作用後の物理化学的な凝集反応に関連していると思われる。

リンゴ果汁は一般にカンキツ果汁に比べて PE 活性はかなり弱いですが、耐熱性は強く、93°C でもなお残存し、98°C 以上の加熱が必要という報告もある。

パイナップル果汁のペクチン分解酵素は、搾汁工程中に行われる予熱過程で活性が抑制されるようで、以後の工程中に分離清澄は起こらない。

### c. ヘスペリジン

温州ミカンの主要なフラボノイド配糖体であるヘスペリジンは、カンキツ果汁工場においては搾汁工程中の白色析出物として知られ、缶、びん詰製品に混入した場合、しばしばクレームの対象となる。この析出物はヘスペリジンが主成分で、ナトリウム、カリウム、りん、カルシウム、マグネシウムなどを含み、微量のペクチンを含有する。ヘスペリジンは果実細胞の液胞中では可溶性の状態が存在しているが、細胞膜が破壊されると結晶化してくる。したがって搾汁工程中および濃縮工程中のヘスペリジンは果汁に含まれるパルプ質などと結合して不溶化する。結晶化したヘスペリジンを除去するため、濃縮工程前に果汁を 50 メッシュのストレーナーに通しているが、比重差を利用して異物除去を行うサイクロンを使うのも効果的で、よく利用されている。

ヘスペリジンの除去方法として、搾汁工程中でヘスペリジンが可溶化している場合は樹脂吸着法による除去も可能である。筆者ら<sup>9)</sup> はスチレン系樹脂を用い、ヘスペリジン 100mg/100ml を含む搾汁直後の果汁をカラム法で処理し 5mg/100ml 以下に除去できた。不溶化したヘスペリジンを含む果汁の場合は、100°C、3 分の加熱でヘスペ

### 3. 酸 味 料

果物のうま味は、甘味、酸味、苦味などが、果実の香気と適度に調和して、それにペクチン、パルプ質などが適当なテクスチャーを与えるためとされている。特に適熟期の風味を備えた果物は、けだし自然のなせる傑作で、昔から人類の食生活と切り離せない関係にある。

酸はこの果物の味覚を構成する重要な成分であるが、つねにほかの味覚成分との調和が問題である。果実飲料では特に糖と酸との配合割合（糖酸比）が重要で、酸味が強すぎる場合には、甘味物質を加えることによって酸味を減退させ、うまい酸味とすることができる。

種 類	くえん酸 (%)	リンゴ酸 (%)	酒石酸 (%)
温州ミカン	○0.96	0.05	—
夏ミカン	○1.96	0.05	—
オレンジ(バレンシア)	○0.98	痕跡	—
グレープフルーツ	○1.33	0.08	—
レモン	○6.08	0.29	—
ライム	○6.9	痕跡	—
リンゴ(国光)	0.02	○0.51	—
ブドウ(コンコード)	—	0.65	0.43
モモ(水蜜)	痕跡	○0.68	—
アンズ	痕跡	○1.64	—
サクランボ(ナポレオン)	—	○0.67	—
イチゴ	○0.91	0.1	—
パイナップル	○0.84	0.12	—
パッションフルーツ	○2.14	—	—
バナナ	0.32	0.37	—
ウメ	○3.3	1.1	—
メロ	○0.1	0.01	—

○印は主要酸を示す。

酸味と苦味との関係も無視できない。レモネード、グレープフルーツエードなどは単に酸のみの存在では一味不足で、苦味成分が存在することによってさらに風味の良いものとなる。

酸味はまた果汁含有率の影響を受ける。すなわち、ペクチン、パルプ質、塩類などの緩衝作用が酸味に大きな影響を与えることである。このことは天然果汁、果汁飲料、

果汁入り清涼飲料の市販品における酸含有量の差をみれば明らかであろう。

このように種々のバランスを考慮して、適切な酸味料を使用した果実飲料は、壮快な清涼感を与え、喉の乾きをいやし、味覚を満足させてくれる。

果実の種類により含有量は異なるが、果実中に含まれる主な有機酸はくえん酸、酒石酸、リンゴ酸などである (表 III.B.3.1)。

したがって果実飲料に用いられる酸味料もくえん酸が最も多く、これに次いで酒石酸、リンゴ酸などである。これはくえん酸がソフトな快い酸味をもっていること、最も多く飲用されている果実飲料がカンキツ系であることにもよる。果実には必ず数種類の有機酸が含まれていて、おのおのの特徴を出しているのです。果実飲料では2~3種類の酸味料を併用する場合が多い。しかしながらこの場合においても、口中を刺激する嫌味をもつ無機酸は使用されない。

次に主な酸味料の酸味について比較してみるとその強さは表 III.B.3.2 のとおりである。くえん酸は穏やかな酸味があり、酒石酸は若干渋みを伴った酸味で、リンゴ酸はやや刺激性のある収斂味をもっている。リンゴ酸はくえん酸に似ており、甘味その他の

表 III.B.3.2 各種酸味料の酸味度

種 類	くえん酸を1とした酸味度
無水くえん酸	1.1
酒石酸	1.2~1.3
フマル酸	1.8
dl-リンゴ酸	1.1~1.2
乳酸	1.2
酢酸	1.0
りん酸	2.3~2.5
フマル酸ナトリウム	0.6~0.7
L-アスコルビン酸	0.4~0.5
グルコン酸	0.5

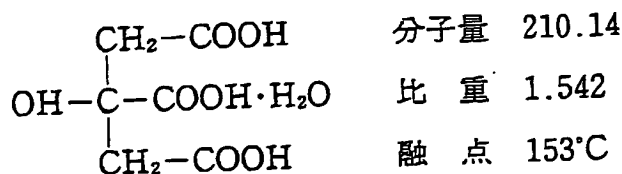
呈味成分を併用した場合は区別が付きにくい。果実飲料への使用は、それらの特徴を生かして用いるのが望ましい。また同一飲料でも、夏期には清涼感を増すために冬期に比べ若干多く添加するのもよい。

酸味料の添加は、単に呈味効果だけでなく、同時に別の効果も発揮する。すなわち、腐敗菌の繁殖を抑え、香料、油脂類の酸化分解を防止し、金属を封鎖するなど、品質安定化に役立つ。一方、体内においては、物質代謝系の最も基本的なものとしての TCA サイクル

に関与する重要な役割をもっている。

現在、わが国において食品添加物として許可されている酸味料としては、くえん酸 (無水)、くえん酸 (結晶)、L (別名 *d*) - 酒石酸、DL (別名 *dl*) - 酒石酸、DL (別名 *dl*) - リンゴ酸、フマル酸、フマル酸ナトリウム、乳酸、りん酸、酢酸ナトリウム、氷酢酸、グルコン酸がある。

### 3.1 くえん酸 (citric acid)



分子量 210.14

比重 1.542

融点 153°C

最新 果汁・果実飲料事典

定価は外箱に表示

1997年10月1日 初版第1刷

監修者 社団法人 日本果汁協会  
発行者 朝倉邦造  
発行所 株式会社 朝倉書店

東京都新宿区新小川町6-29  
郵便番号 162  
電話 03(3260)0141  
FAX 03(3260)0180

<検印省略>

© 1997 <無断複写・転載を禁ず>

中央印刷・渡辺製本

ISBN 4-254-43060-4 C 3561

Printed in Japan

**R**<日本複写権センター委託出版物・特別扱い>

本書の無断複写は、著作権法上での例外を除き、禁じられています。  
本書は、日本複写権センターへの特別委託出版物です。本書を複写  
される場合は、そのつど日本複写権センター（電話03-3401-2382）  
を通して当社の許諾を得てください。